

AP

PAT-NO: JP02001292956A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001292956 A
TITLE: LIGHTING OPTICAL SYSTEM FOR ENDOSCOPE
PUBN-DATE: October 23, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME COUNTRY
IGARASHI, HARUKO N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME COUNTRY
OLYMPUS OPTICAL CO LTD N/A

APPL-NO: JP2000121071

APPL-DATE: April 17, 2000

INT-CL (IPC): A61B001/00 , A61B001/04 , G02B023/26

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a lighting optical system with satisfactory light quantity and distribution characteristics in an adaptor replacing type endoscope having a narrow diameter and a wide visual angle.

SOLUTION: This lighting optical system within an endoscopic body includes a light guide fiber LG for transmitting the light from a light source. An adaptor AD attachable to and detachable from the tip of the endoscopic body comprises a flat concave lens L and an illuminating lens IL formed of a parallel flat rod member, which are arranged in order from the side of an object to be observed. The sectional shape vertical to the optical axis of the illuminating lens IL is similar to the shape of a substantially rectangular solid image pickup element CCD built in the endoscopic body, and its long edge is extended in parallel to the long edge of the solid image pickup element.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-292956

(P2001-292956A)

(43) 公開日 平成13年10月23日 (2001.10.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)	
A 6 1 B 1/00	3 0 0	A 6 1 B 1/00	3 0 0 Y	2 H 0 4 0
	1/04		1/04	3 7 2 4 C 0 6 1
G 0 2 B 23/26		G 0 2 B 23/26		B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-121071 (P2000-121071)

(22) 出願日 平成12年4月17日 (2000.4.17)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 五十嵐 治子

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 100065824

弁理士 篠原 泰司 (外1名)

Fターム(参考) 2H040 BA02 BA12 CA12 DA12 GA02

4C061 AA00 BB02 CC06 DD00 FF40

FF47 JJ06 LL02 MM00 NN01

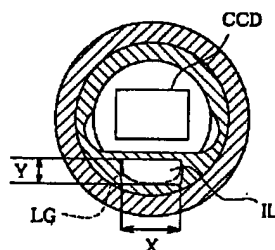
PP01

(54) 【発明の名称】 内視鏡照明光学系

(57) 【要約】

【課題】 細径で広視野角のアダプタ交換式内視鏡において、光量及び配光特性が良好な照明光学系を提供すること。

【解決手段】 内視鏡本体内の照明光学系は、光源からの光を伝送するライトガイドファイバーLGを含んでいる。内視鏡本体の先端部に着脱自在のアダプタADは、被観察物体側から順に配置された平凹レンズLと平行平板のロッド部材から構成された照明レンズILとを含んでいる。照明レンズILの光軸に垂直な断面の形状は、内視鏡本体に内蔵された実質上長方形の固体撮像素子CCDの形状に類似していて、その長辺は固体撮像素子の長辺と平行に延びている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 実質上長方形の固体撮像素子を含む内視鏡本体の先端部にアダプタを着脱自在に設けて成る内視鏡照明光学系において、内視鏡本体内の照明光学系は光源からの光を伝送するライトガイドファイバーを含み、前記アダプタ内の照明光学系は被観察物体側から順に配置された凹レンズと平行平板のロッド部材から構成された照明レンズとを含み、該照明レンズの光軸に垂直な断面の形状は前記固体撮像素子の形状に類似して、その長辺は前記固体撮像素子の長辺と略平行に延びていることを特徴とする内視鏡照明光学系。

【請求項2】 実質上長方形の固体撮像素子を含む内視鏡本体の先端部にアダプタを着脱自在に設けて成る内視鏡照明光学系において、内視鏡本体内の照明光学系は光源からの光を伝送するライトガイドファイバーを含み、前記アダプタ内の照明光学系は物体側から順に配置された第1の平行平板と多数の透明な略球状部材と第2の平行平板から構成され、前記第1及び第2の平行平板の光軸に垂直な断面形状は前記固体撮像素子の形状に類似して、その長辺は前記固体撮像素子の長辺と平行に延びていることを特徴とする内視鏡照明光学系。

【請求項3】 前記凹レンズの凹面は砂目であり、Yを前記固体撮像素子の短辺と平行な前記照明レンズの短辺の最大長さ、Xを前記固体撮像素子の長辺と平行な前記照明レンズの長辺の最大長さとしたとき、 $0.3 \leq Y/X \leq 0.7$ なる条件を満足する請求項1に記載の内視鏡照明光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内視鏡照明光学系、特に実質上長方形の固体撮像素子を含む内視鏡本体の先端部に、照明光学系の一部を含むアダプタを着脱自在に設けて成る内視鏡照明光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、空洞や人間の体腔内に細長の挿入部を入れて観察等を行う内視鏡が、工業分野、医療分野において広く用いられている。内視鏡を用いて観察する場合、観察部位により最適な視野方向、観察範囲が異なる。しかし、それぞれの観察部位に応じて内視鏡を用意することは大変である。そこで、内視鏡挿入部先端に光学アダプタを着脱出来るようにし、そのアダプタを取り換えることにより視野角・ピント等の変換を可能にするアダプタ交換式内視鏡が提案されている。このような内視鏡は、例えば特開平6-222263号や特開平5-273474号公報に記載されている。これらの公報に記載のアダプタ交換式内視鏡は、ユーザーがアダプタを交換する方式であるが、他のアダプタ交換式内視鏡として、ユーザーはアダプタを交換出来ないが内視鏡製造メーカーが組立時に、先端部のみ異なるユニット部品を組み付けるといった方式のものもある。

【0003】一方、内視鏡装置においては、従来よりも狭い部位を観察したいというニーズや、特に医療用においては低侵襲化の流れがあり、内視鏡の細径化が望まれている。図18は、特開平1-131511号公報に記載のアダプタ交換式直視用ビデオ内視鏡を横から見た断面図であるが、この内視鏡では、内視鏡本体の先端に、アダプタが取り付けられるようになっている。また、この図に示すように観察光学系と照明光学系が配置されている。図19は、この内視鏡の光軸に垂直な断面図である。本光学系では、細径化を達成するために、観察光学系を構成するレンズの内、外径の大きいレンズの形状を円形状の下側部分を切り欠いたものとしている。一方、この例では照明光学系を構成するレンズは円形状であるが、円形状のままこれ以上内視鏡の外径を小さくしようとすると、照明光学系の外径が小さくなり照明光量が足りなくなるという問題が生じる。

【0004】従来のアダプタ交換式内視鏡の他の例で、細径であっても照明光量を確保した例として、特開昭62-287215号公報記載のものがあるが、これを図20及び図21を用いて説明する。図20は直視観察用のファイバースコープ用光学系を横から見た図であり、この光学系は広角度に配光を広げるための照明レンズ67とライトガイド58からの出射光を照明レンズ67に導く為の単ファイバ59より構成されている。また図21は図20における光学系の光軸に垂直な断面形状であり、点線で示した単ファイバ59は半円形状であり、実線で示した照明レンズ67の形状は円の一部を切り欠いた二つのレンズを接着剤で接合し一体化している。このように円形状にとらわれない構成をとることにより、限られた内視鏡の太さの中で効率良く照明光を確保することが出来るし、二つの各照明レンズでファイバースコープの丸い視野を十分照明していると言える。しかし、この構造のものは、一方で、二つの照明レンズを一体化していることから、張り合わせている部分の接着剤を介して、一方のレンズ67Aからもう一方のレンズ67Bへの迷光により照明ムラが発生することが懸念される。また、単ファイバ59と照明レンズ67の形状が違うことから、レンズを保持する枠構造が複雑になってしまうのが難点である。

【0005】これに対して、円形状でなく、照明レンズの張り合わせではない照明系の構成例として、図22、23に示す例がある。図22は直視観察用のファイバースコープ用光学系を横から見た図であり、これは、ライトガイド58の物体側に配置された単ファイバースコープ59のみから構成されている。また図23は図22における光学系の光軸に垂直な断面図であり、単ファイバ59は半円形状である。この構成は、狭角の観察視野を照らす場合は配光上問題はないが、広角の視野を照らすには、単ファイバ59より物体側に照明レンズが設けられていないため、配光上問題がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記の如き従来技術の有する問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、細径で広角視野のアダプタ交換式内視鏡において、光量及び配光特性が良好な照明光学系を提供しようとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明による内視鏡照明光学系は、実質上長方形の固体撮像素子を含む内視鏡本体の先端部にアダプタを着脱自在に設けて成る内視鏡照明光学系において、内視鏡本体内の照明光学系は光源からの光を伝送するライトガイドファイバーを含み、前記アダプタ内の照明光学系は被観察物体側から順に配置された凹レンズと平行平板のロッド部材から構成された照明レンズとを含み、該照明レンズの光軸に垂直な断面の形状は前記固体撮像素子の形状に類似して、その長辺は前記固体撮像素子の長辺と略平行に延びていることを特徴としている。本発明によれば、Yを前記固体撮像素子の短辺と平行な照明レンズの短辺の最大長さ、Xを前記固体撮像素子の長辺と平行な前記照明レンズの長辺の最大長さとしたとき、 $0.3 \leq Y/X \leq 0.9$ なる条件を満足するように構成されている。また、本発明によれば、前記凹レンズの凹面は砂目であり、Yを前記固体撮像素子の短辺と平行な前記照明レンズの短辺の最大長さ、Xを前記固体撮像素子の長辺と平行な前記照明レンズの長辺の最大長さとしたとき、 $0.3 \leq Y/X \leq 0.7$ なる条件を満足するように構成されている。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図示した実施例に基づき説明する。各実施例において、実質上同一の光学部材には同一符号が付されており、また、アダプタ交換式内視鏡とは、ユーザーがアダプタを交換する方式のものと、ユーザーはアダプタを交換することは出来ないが内視鏡製造メーカーが組立時に先端部の異なるユニット部品を組み付ける方式のものとを含むものとする。

【0009】実施例1

図1は本発明に係る内視鏡照明光学系の第1実施例を示すアダプタ交換式直視ビデオ内視鏡の光軸に沿う断面図、図2は図1に示した内視鏡の光軸に垂直な断面図である。図中、CCDは内視鏡本体に横長に内蔵された正面形状が長方形の固体撮像素子(図2)、LGは内視鏡本体に内蔵されていて図示しない光源からの光を伝送するライトガイドファイバー、OL1は内視鏡本体に組み込まれた対物レンズ、ADは内視鏡本体の先端部に着脱自在なアダプタ、LはアダプタADの先端に組み込まれていて照明光を視野角に合せて広げるための平凹レンズ、ILはアダプタADに組み込まれた平行平板のロッド部材から成る照明レンズ、CGはライトガイドファイ

バーLGを水密に結合するための結合部材、OL2はアダプタADに組み込まれた対物レンズで、対物レンズOL1とOL2は観察光学系を、また、ライトガイドファイバーLGと結合部材CGと照明レンズILと平凹レンズLは照明光学系を夫々構成している。平凹レンズLと、照明レンズILの光軸に垂直な断面形状(正面形状)は円形の上下を平行にカットした横長の小判状をなし、その長手方向は固体撮像素子CCDの長手方向と夫々平行になるように配置されている。また、ライトガイドファイバーLGの出射端面即ち結合部材CGの端面の形状は、図2に破線で示した如くかまぼこ状をなしている。

【0010】なお、結合部材CG、照明レンズIL及び平凹レンズLは、何れも円柱型の周面が鏡面であるクラッド無しのガラスロッドから上下をカットして加工されている。一般的にこの種のガラスロッドは、コア硝材とその周りに設けられたクラッド硝材とからなっており、クラッドの屈折率がコアの屈折率より低くなっている。本実施例におけるクラッド無しのガラスロッドは側面にCE剤を回し込まれて枠に接着固定されるが、ガラスロッドの屈折率よりCE剤の屈折率の方が低いものを使用しているので、レンズ側面に当たった光は反射することが可能となっている。光の通る部分はコアの部分だけであることを考えると、細径の内視鏡の場合、クラッド硝材のない本実施例のようなガラスロッドは、光量を確保するのに有効である。また、本実施例ではカットされた側面も光量ロスをしないように鏡面仕上げされていて、保持枠に接着固定されている。このようなガラスロッドは、比較的高い屈折率を有するプラスチックロッドにより置換されても良い。このように、本実施例では、固体撮像素子CCDの撮像エリアは横長の長方形のものを採用し、固体撮像素子CCDの撮像可能制御範囲全体に光学像を結像させて、固体撮像素子CCDで取り込んだ画像を横長のモニタに表示するようにしている。

【0011】また、図示しない照明光源からライトガイドファイバーLGに導入された照明光は、ライトガイドファイバーLGの出射端まで伝送され、結合部材CGを介してアダプタAD内へ導かれ、照明レンズILを透過し、平凹レンズLにより視野角に合せて広げられ、被観察物体へ照射される。この場合、互いに異なる視野角(最大視野角125°程度)と焦点距離を有する対物レンズOL2と平凹レンズLを内蔵したアダプタADを複数種類用意して交換することにより、一台の内視鏡本体を用いて複数種類の視野角と焦点距離を有する直視ビデオ内視鏡を提供することが出来る。

【0012】図20、21に示した従来例はファイバースコープであり、丸い画面形状に合せて照明する範囲も丸に近い必要がある。しかしながら、本発明のように略長方形の固体撮像素子を用いるビデオスコープの場合に

は、照明範囲は丸い必要性はなく、画面形状に合わせて略長方形の範囲を照明できれば良いと云える。従って、この場合には、照明レンズにおける光軸に垂直な断面形状を固体撮像素子の形状に類似させ、且つ固体撮像素子の長手方向と略平行にレンズの長手方向が配置されていれば、必要な視野範囲を照明することが可能である。また、通常のモニタは縦横サイズの比が3:4であるが、ハイビジョンでは9:16であるので、ハイビジョンの場合には、配光上照明レンズの形状は一層横長にすることが必要である。

【0013】照明レンズの断面形状を固体撮像素子の正面形状に類似させることのメリットは、図19の従来例に示す如く断面形状が丸い場合に比べて照明レンズの断面面積を大きくとることができ、照明光量を多くとること

$$0.3 \leq Y/X \leq 0.9$$

この条件の上限を超えて大きくなると、照明レンズILを固体撮像素子CCDの形状に類似させた効果が失われ、内視鏡の太径化を招く結果となる。また、下限を超えて小さくなると、画面の上下方向の配光に影響するレンズの幅が狭くなり過ぎて、画面の上下方向の照明光量が足りなくなる。

【0015】ところで、照明レンズILの形状を固体撮像素子CCDの形状に類似させる場合、ライトガイドファイバーLGの成形性等の問題からライトガイドファイバーLGの出射端面の形状と照明レンズILの断面形状とが異なる場合が考えられ、ライトガイドファイバーLGの出射端面の方が照明レンズILの光軸に垂直な断面よりも極端に小さい場合には、或る角度方向へ行くべき光の量が、ライトガイドファイバーLGから照明レンズILに入射する時点で少なくなり、結果的に配光ムラが発生する可能性がある。図3を参照し、簡単のために先端に凸レンズを置いた場合を例に説明する。図3は、 $\alpha = -30^\circ$ 方向に照明光学系を出射する場合の光の光線の通り方を示しているが、この図から判るように、 -30°

$$0.3 \leq Y/X \leq 0.7$$

の時には、内視鏡本体やアダプタADの外表面以外の少なくとも一面に拡散面を設けるようにする。本実施例の場合には、この目的のために、例えば、凹レンズLのR面側に砂目を設けると良い。この砂目は、レンズの研磨工程前において、精研削若しくは荒研削と呼ばれる工程でレンズを抜き取ることにより簡単に得ることが出来る。砂目の作成については、上記の方法に限らずプレス加工によっても良い。砂目を設ける位置は、照明レンズ

$$r1 = \infty \quad d1 = 0.35 \quad n1 = 1.80518 \quad \nu1 = 25.4$$

$$r2 = 0.804 \quad d2 = 0.27$$

$$r3 = \infty \quad d3 = 2.5 \quad n3 = 1.80518 \quad \nu3 = 25.4$$

$$r4 = \infty \quad d4 = 0.15$$

$$r5 = \infty \quad d5 = 0.55 \quad n5 = 1.80518 \quad \nu5 = 25.4$$

$$r6 = \infty \text{ (ライトガイドファイバーLGの出射端面)}$$

【0018】図4は本実施例の配光特性データを示して

が可能となると云うことである。更に、本発明では、照明レンズは図21に示す従来例のように2つのレンズの張り合わせではないので、接着剤を介することによる照明ムラの発生はなく、また、図22、23に示す従来例の場合とは違って、先端に照明範囲を広げるための凹レンズを設けているので、広角の視野を十分に照明することが可能となる。

【0014】次に、図2を参照して照明レンズILの形状について望ましい条件を説明する。照明レンズILの形状は、Yを固体撮像素子CCDの短辺と平行な方向に測った照明レンズの最大長さ、Xを固体撮像素子CCDの長辺と平行な方向に測った照明レンズの最大長さとしたとき、下記条件式(1)を満足することが望ましい。

(1)

0° 方向へ出射するためには、照明レンズILの入射端面のAで示す位置に光が入射する必要がある。仮にライトガイドファイバーLGの出射端面が照明レンズILの入射端面に比べて小さくAの位置に入射する光が少なくなると、 -30° の角度で照明光学系を出射する光は少なくなってしまう。色々な角度の光について考えると、角度によって照明レンズILの入射端面での光線入射必要位置(Aの位置に相当)が異なるので、角度によって光量の大小が発生し、照明ムラにつながる。

【0016】また、ライトガイドファイバーLGの出射端面の形状と照明レンズILの入射端面の形状が同じでも、アダプタ交換式の内視鏡の場合、ライトガイドファイバーLGを含む内視鏡本体と照明レンズILを含むアダプタADとが、取り付け時に偏心するようなことがあると、上述と同様な事態が発生する可能性がある。そこで、特に $0.3 \leq Y/X \leq 0.7$ の範囲では、照明レンズILの短辺方向の幅が小さく画面上下方向への影響が出易いことを踏まえ、

(2)

ILの物体側の面であっても良く、何れにしても、砂目を設ける面は耐性及び効果の点から外面に出ない部分に配置するのが望ましい。

【0017】なお、本実施例の照明光学系では、照明レンズILの形状は $Y = 0.55 \text{ mm}$ 、 $X = 1.3 \text{ mm}$ で $Y/X = 0.42$ であり、条件式(1)を満足している。以下、本実施例の照明光学系のレンズデータを示す。

おり、ここでは、画面形状に合わせて画面中心の上下方向

及び左右方向についての配光特性が示されている。同視野角を狙った従来例と比較し、画面左右方向の特性は殆ど変わらないが、画面上下方向については本実施例の特性の方が低くなっている。従来は、上下方向の配光に余裕が有ったことを踏まえると、本実施例では、画面上の上下・左右方向で配光のバランスが取られており、効率の良い問題のない配光が得られている。

【0019】本実施例では、固体撮像素子CCDが横長に配置されている場合について説明したが、この固体撮像素子CCDを縦長に配置し、これに合わせてライトガイドファイバーLG、結合部材CG、照明レンズIL及び平行平板OPを固体撮像素子CCDの側方にこれと平行に縦長に配置するように構成しても良く、その場合でも上述と同様の作用効果を得ることが出来ることは云うまでもない。また、照明レンズILの正面形状も図5に示すように図2に示した形状のもの（図5（a）参照）のほか、かまぼこ状のもの（図5（b）参照）や、長方形のもの（図5（c）参照）や、小判状のもの（図5（d）参照）等、種々の形状のものを採用することが出来る。なお、図示の寸法は単なる例示に過ぎない。

【0020】図6は本第1実施例の変形例を示している。この図は照明光学系の光軸に沿う断面図であるが、矢印方向に見た正面形状は図2と同様であって、前述と同様の平行平板OPを使用して側視内視鏡を達成することが出来る。このように視野方向が直視以外であっても、照明レンズ系の構成要素即ちアダプタAD側に配置されたライトガイドファイバーLG'の光軸に垂直な断面形状と平行平板OPの正面形状を固体撮像素子CCDの形状と類似させると、内視鏡を大型化させることなく照明光量を確保することが出来る。また、固体撮像素子CCDの長手方向と略平行にライトガイドファイバーLG'の上記断面形状における長手方向及び平行平板OPの正面形状における長手方向を配置させれば、問題のない配光が得られる。

【0021】実施例2

図7は本発明に係る内視鏡照明光学系の第2実施例を示す光軸に沿う断面図である。本実施例では、観察光学系は第1実施例と同じであり、而も観察光学系と照明光学系の位置関係及び長手方向の光軸に垂直な断面形状は第1実施例と同様であるので図示説明は省略されている。本実施例は、照明光学系における平行平板OPの形状は第1実施例と同じであるが、そのR面側に砂目を設けた点で第1実施例とは異なっている。以下、砂目を設けた理由について説明する。第1実施例では、ライトガイドファイバーLGの成形の容易さから、ライトガイドファイバーLGの出射端面の形状と照明レンズILの光軸に垂直な断面形状とは異なっている。先端に凸レンズL'を置いた場合の図3に示したように、照明レンズLの光軸に垂直な断面の大きさよりもライトガイドファイバーLGの出射端面の方が小さいと、或る角度方向に行くべ

き光の量がライトガイドファイバーLGから照明レンズLに入射する時点で少なくなり、結果的に配光ムラが発生する可能性がある。特に第1実施例の場合、 $0.3 \leq Y/X \leq 0.7$ の範囲であるので、照明レンズILの光軸に垂直な断面の短辺方向の長さが短く画面の上下方向へ影響が出易いため、光学系の一部に光拡散面を用いている。

【0022】ところで、砂目を配置する面は、耐性面及び効果を考え外面に出ない部分に配置するのが望ましい。よって、本実施例では図7に示すように平行平板OPのR面側に砂目を設けているが、照明レンズILの物体側の面を砂目としても同様の効果を得ることが出来る。また、このような砂目は、レンズ面の研磨工程前において、精研削若しくは荒研削と呼ばれる工程でレンズを抜き取れば簡単に得ることが出来る。砂目は、粗いと拡散効果は高いが光量ロスが大きくなるし、逆に弱い砂目であると光量ロスは問題にならないが、配光ムラ消しの効果は薄くなる。従って、配光ムラを消したいレベルに合わせて、工程でレンズを抜き取る段階を加減することによって砂目のレベルを制御することが望まれる。実験では、荒研削工程で、#300～#2000の砥粒を使用した場合に良い配光ムラの消し効果が得られた。特に、配光ムラの強く発生している場合には、#300～#1200程度の荒い砂目とするのが良く、配光ムラが弱い場合には、#1000～#2000程度の細かい砂目とするのが良い。また、砂目については上記の製法で作製する以外にも、プレス加工による方法も考えられる。本実施例の照明光学系のレンズデータは、実施例1と同様であるので省略する。

【0023】実施例3

図8は本発明に係る内視鏡照明光学系の第3実施例を示す光軸に沿う断面図、図9は図8のIX-IX線に沿う拡大断面図である。この実施例においても、観察光学系は第1実施例と同じであり、而も観察光学系と照明光学系の位置関係は第1実施例と同様であるので、この部分の図示説明は省略されている。本実施例では、照明光学系は、ライトガイドファイバーLGと、結合部材CGと、照明レンズILと、照明レンズILの出射端面上に配置された透明な多数の略球状部材SHと、該略球状部材SHを挟んで照明レンズILと同一の光軸に垂直な断面形状を有する平行平板OPとから構成されている。平行平板OPは、照明レンズILと同様に光量ロスを防止するために外周を鏡面にしたロッド部材を使用することが望ましい。

【0024】図9に示された如く、ライトガイドファイバーLGの出射端面の形状はかまぼこ状をなしており（破線図示）、照明レンズILと平行平板OPの光軸に垂直な断面形状は円形を上下カットした小判状をなしている（実線図示）。多数の略球状部材SHは、照明レンズILと平行平板OPの間で小判状の端面を大きな隙間

なく埋めるように略1段に並べられ接着固定されている。このように一段に並べるには、接着剤に略球状部材を混ぜ込んだものを、保持枠に接着固定された例えば照明レンズILの出射端面上に適量落とし、平行平板OPの対向端面をその上に載せて略球状部材SHを均すことにより、達成することが出来る。本実施例で使用する保持枠は、図10に示すように四隅にスペースSPを設けてあるので、組立時に発生した余分な略球状部材入り接着剤を逃がすことが出来る。この場合、接着剤と略球状部材とは屈折率が異なるように選定されているので、照明レンズILから出射した光は略球状部材により屈折され、照明光を広げることが出来る。

【0025】本実施例では、略球状部材SHとして屈折

$$\begin{array}{llll} r1=\infty & d1=0.55 & n1=1.80518 & \nu1=25.4 \\ r2=\infty & d2=0.1 \text{ (略球状部材+接着剤)} & & \\ r3=\infty & d3=2.5 & n3=1.80518 & \nu3=25.4 \\ r4=\infty & d4=0.15 & & \\ r5=\infty & d5=0.55 & n5=1.80518 & \nu5=25.4 \\ r6=\infty \text{ (ライトガイドファイバーの出射端面)} & & & \end{array}$$

【0026】一方、接着剤で略球状部材SHを固定する場合に、微小な空気間隙が出来ることがある。この場合、その隙間がピンホールカメラの役割を果たし、ライトガイドファイバーLGの出射端面の形状が被観察物体の表面上に投影するような照明ムラ等が発生する可能性がある。このような照明ムラが気になる場合は、例えば、図11に示すように、平行平板OPの略球状部材SHと接着剤で接合される面を砂目にする。砂目を使用する場合、砂目の粗さが粗くないと、例えば照明レンズILと接着剤の間に屈折率があったとしても接着剤により砂目の面が均され、あまり照明ムラ消し効果が望めない。そこで、砂目としては、レンズ製作工程において荒研削の段階で抜き取ったものや、レンズ表面を荒らしたもの等比較的荒い砂目（砥粒で#300～#1200程度）を使用すると良い。

【0027】図12は第3実施例の変形例を示す図で、図12(a)は図8に、図12(b)は図11に夫々対応している。この変形例は、照明レンズILと平行平板OPの配列順序が入れ替わっている点で第3実施例と異なるが、略球状部材SH及び砂目による作用効果は第3実施例で述べたのと総て同様であるので、説明を省略する。

【0028】実施例4

図13は本発明に係る内視鏡照明光学系の第4実施例を

$$\begin{array}{llll} r1=\infty & d1=0.67 & n1=1.883 & \nu1=40.76 \\ r2=-0.832 & d2=0 & & \\ r3=\infty & d3=2.5 & n3=1.80518 & \nu3=25.4 \\ r4=\infty & d4=0.15 & & \\ r5=\infty & d5=0.55 & n5=1.80518 & \nu5=25.4 \\ r6=\infty \text{ (ライトガイドファイバーLGの出射端面)} & & & \end{array}$$

【0030】図14は、第4実施例の変形例を示す図1

率1.93程度、大きさ約100μのものを使用し、接着剤として屈折率1.5程度のものを使用しており、最大画角が120°程度の観察光学系に対応出来るよう照明光学系の最適化を図っている。観察光学系の画角が狭い場合には、略球状部材と接着剤の屈折率の差を減らすか、或いは略球状部材の径を大きくする等で最適な配光を調整することが出来る。多数の略球状部材は、その1個1個が夫々光を広げるので、照明レンズILの光軸に垂直な断面形状が仮に条件式(1)から外れたとしても、配光上問題が起こらないと云う利点がある。なお、本実施例では、第1実施例と同等の結合部材CG及び照明レンズILが用いられている。以下、本実施例の照明光学系のレンズデータを示す。

示す光軸に沿う断面図である。この実施例においても、観察光学系は第1実施例と同じであり、而も観察光学系と照明光学系の位置関係は第1実施例と同様であるので、この部分の図示説明は省略されている。本実施例の照明光学系は、内視鏡本体側に、光源からの光を伝送するライトガイドファイバーLGとその先端に水密を保つための結合部材CGが、アダプタAD側に、ライトガイドファイバーLGからの出射光を被観察物体側へ伝送するための照明レンズILとその先端に平凸レンズL'が夫々配置されている。ライトガイドファイバーLGの出射端面の形状、結合部材CG、照明レンズIL及び平凸レンズL'の光源に垂直な断面形状は、Y/X値は若干異なるものの図2に示した第1実施例と略同じであるので、詳細な説明は省略する。この場合、平凸レンズL'は、側面が鏡面ではない通常のレンズの上下をカットして加工することにより作成されている。この平凸レンズL'は、凸レンズが集光型のレンズであるため、円周側面や上下カット面を鏡面にしなくても光量ロスは無視し得る程度である。

【0029】また、本実施例においても、照明レンズの光軸に垂直な断面形状は、Y=0.65mm、X=1.1mmでY/X=0.59であるから条件式(1)を満足している。以下、本実施例の照明光学系のレンズデータを示す。

3と同様の断面図である。この変形例では、平凸レンズ

L' が光軸方向に長く形成されていて、その分照明レンズILが短く、ライトガイドファイバーLGからの最も強い光が集まる凸レンズの前側焦点位置がアダプタAD内に入っているように構成されているので、ライトガイドファイバーLGの本数が多い場合でも、内視鏡先端部の表面が熱くなるようなことは無く、凸レンズの前側焦点位置がアダプタADの外側に出て内視鏡先端部が熱くなる第4実施例の問題点を解消することが出来るようになっている。この場合、ライトガイドファイバーLG、結合部材CG、照明レンズIL及び平凸レンズL' の光

$$\begin{aligned} r1 &= \infty & d1 &= 2.5 & n1 &= 1.80518 & \nu1 &= 25.4 \\ r2 &= -0.804 & d2 &= 0 \\ r3 &= \infty & d3 &= 0.55 & n3 &= 1.80518 & \nu3 &= 25.4 \\ r4 &= \infty & d4 &= 0.15 \\ r5 &= \infty & d5 &= 0.55 & n5 &= 1.80518 & \nu5 &= 25.4 \\ r6 &= \infty \text{ (ライトガイドファイバーLGの出射端面)} \end{aligned}$$

第1実施例と同様、上記第4実施例及びその変形例の構成では、 Y/X は $0.3 \leq Y/X \leq 0.7$ の範囲であり、配光ムラ等が気になる場合には、光学系の一部に砂目等の拡散面を用いるのが望ましい。砂目の面は、耐性面及び効果を考え外面に出ない部分に配置するのが望ましく、凸レンズのR面側、若しくは平行平板のロッド部材の物体側の面に第2実施例で述べたような砂目を設けるのが望ましい。

【0032】実施例5

図15 本発明に係る内視鏡照明光学系の第5実施例を示す光軸に沿う断面図である。この実施例においても、観察光学系の構成及び観察光学系と照明光学系の位置関係は第1実施例と同様であり、照明光学系を構成する光学部材の光軸に垂直な断面形状は図2に示した第1実施例と同様であるので、この部分の図示説明は省略されている。本実施例は、アダプタ交換式ではなく一体式の内視鏡である点で、既述の実施例とは異なる。この実施例では、照明光学系は、光源側から順に配置されたライトガイドファイバーLGと平凹レンズLとから構成されていて、光学的な作用効果は既述の実施例で述べたものと変わらないので説明は省略する。なお、本実施例の照明光学系のレンズデータについては、前述の実施例において照明レンズILとして参照したロッド部材を除いて、既述の実施例における照明光学系と同等であるので省略する。

【0033】図16及び17は本実施例の互いに異なる変形例を夫々示している。即ち、図16に示す照明光学系は、光源側から順に配置されたライトガイドファイバーLGと透明な多数の略球状部材SHと平行平板のロッド部材OPから構成されており、図17に示す照明光学系は、光源側から順に配置されたライトガイドファイバーLGと平凸レンズCLから構成されている。なお、これらの変形例についても、照明光学系の作用効果及びレンズデータは既述の実施例の照明光学系と同等であるこ

軸に垂直な横断面形状は第4実施例と同じであるが、平凸レンズL'の長さが長いので、上下のカット面を鏡面にして側面に当たる光を反射させるようにする必要がある。

【0031】また、この変形例においても、照明レンズILの光軸に垂直な断面形状は、 $Y=0.5\text{mm}$ 、 $X=0.75\text{mm}$ で、 $Y/X=0.67$ であるから条件式(1)を満足している。以下、この変形例の照明光学系のレンズデータを示す。

とは言うまでもない。

【0034】以上、説明したように、アダプタ交換式の場合も一体式の場合も、照明光学系を構成する各光学部材の光軸に垂直な断面形状を固体撮像素子CCDの形状に類似させ、且つ固体撮像素子CCDの長手方向と前記各光学部材の長手方向が略平行になるように各光学部材を配置すれば、内視鏡として細径であっても十分な照明光量を得る照明光学系を得ることが可能となる。なお、前記各実施例のレンズデータにおいて、 r はレンズ面の曲率、 d はレンズ面間の距離、 n はレンズの屈折率、 ν はレンズのアッベ数である。

【0035】以上説明したように、本発明は、特許請求の範囲に記載した特徴のほかには下記の特徴を有している。

(1) Y を前記固体撮像素子の短辺と平行な前記照明レンズの短辺の最大長さ、 X を前記固体撮像素子の長辺と平行な前記照明レンズの長辺の最大長さとしたとき、 $0.3 \leq Y/X \leq 0.9$ なる条件を満足する請求項1に記載の内視鏡照明光学系。

【0036】

【発明の効果】上述の如く本発明によれば、特に細径の内視鏡においても十分な光量と良好な配光特性を確保し得る内視鏡照明光学系を提供することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る内視鏡照明光学系の第1実施例を示すアダプタ交換式直視ビデオ内視鏡の光軸に沿う断面図である。

【図2】図1に示した内視鏡の光軸に垂直な断面図である。

【図3】ライトガイドファイバーの出射端面が照明レンズの光軸に垂直な断面よりも極端に小さい場合に発生する照明ムラを説明するための図である。

【図4】第1実施例の照明光学系の配光特性データを示す線図である。

【図5】(a), (b), (c), (d)は照明レンズの互いに異なる正面形状を示す説明図である。

【図6】第1実施例の照明光学系の変形例を示す光軸に沿う断面図である。

【図7】本発明に係る内視鏡照明光学系の第2実施例を示す光軸に沿う断面図である。

【図8】本発明に係る内視鏡照明光学系の第3実施例を示す光軸に沿う断面図である。

【図9】図8のIX-IX線に沿う拡大断面図である。

【図10】照明レンズ等の保持枠の正面図である。

【図11】第3実施例の照明光学系の変形例を示す光軸に沿う断面図である。

【図12】第3実施例の照明光学系の変形例を示す光軸に沿う断面図で、(a)は図8に、(b)は図11に夫々対応している。

【図13】本発明に係る内視鏡照明光学系の第4実施例を示す光軸に沿う断面図である。

【図14】第4実施例の照明光学系の変形例を示す図13と同様の断面図である。

【図15】本発明に係る内視鏡照明光学系の第5実施例を示す光軸に沿う断面図である。

【図16】第5実施例の照明光学系の変形例を示す光軸に沿う断面図である。

【図17】第5実施例の照明光学系の変形例を示す光軸に沿う断面図である。

【図18】従来のアダプタ交換式直視用ビデオ内視鏡の一例の光軸に沿う断面図である。

【図19】図18に示した内視鏡の光軸に垂直な断面図である。

【図20】従来のアダプタ交換式直視観察用内視鏡の他の例の光軸に沿う断面図である。

【図21】図20に示した内視鏡の光軸に垂直な断面図である。

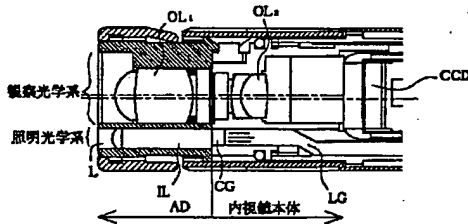
【図22】従来の直視観察用内視鏡の更に他の例の光軸に沿う断面図である。

【図23】図22に示した内視鏡の光軸に垂直な断面図である。

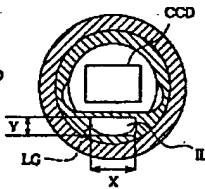
【符号の説明】

CCD	固体撮像素子
LG, LG'	ライトガイドファイバー
OL1, OL2	対物レンズ
AD	アダプタ
L	平凹レンズ
IL	照明レンズ
CG	結合部材
L'	平凸レンズ
SH	略球状部材
OP	平行平板
SP	スペース

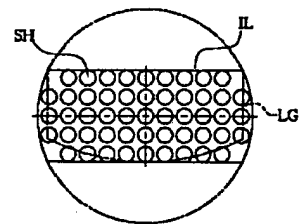
【図1】



【図2】



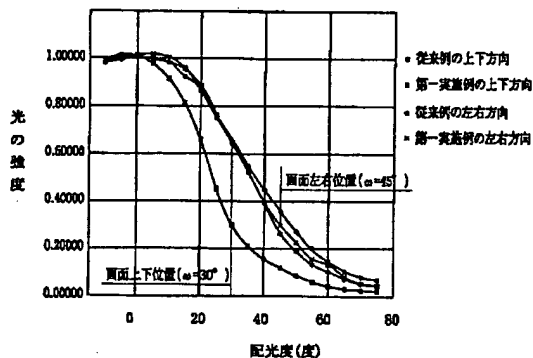
【図9】



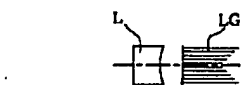
【図3】



【図4】



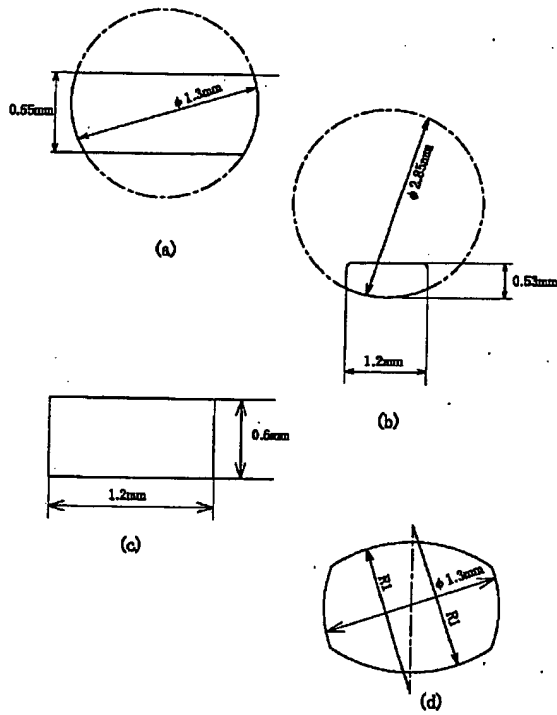
【図15】



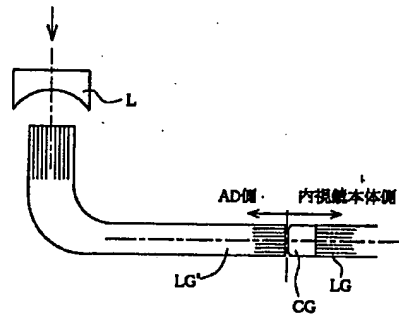
【図17】



【図5】

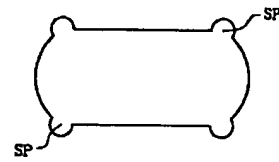
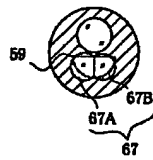


【図6】



【図21】

【図10】

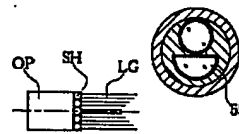
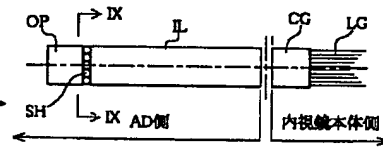
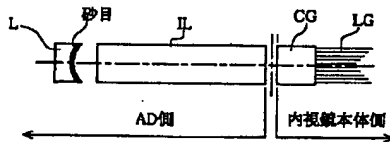


【図16】

【図23】

【図7】

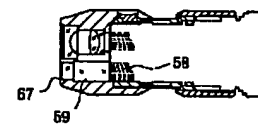
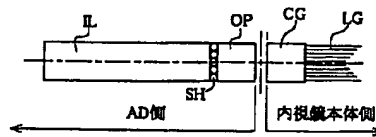
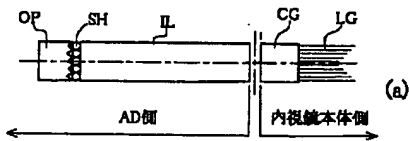
【図8】



【図20】

【図11】

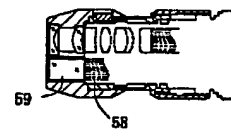
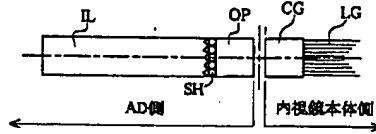
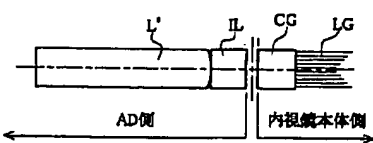
【図12】



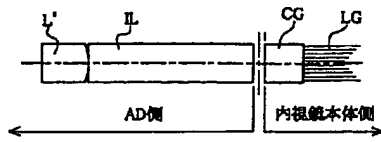
【図22】

【図14】

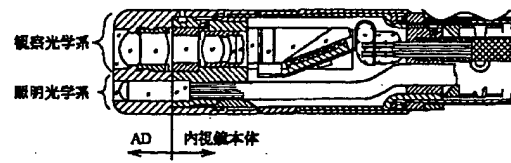
(b)



【図13】



【図18】



【図19】

